

# Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'

LEON LAMERS, RADBOUD UNIVERSITEIT NIJMEGEN

ESTHER LUCASSEN, ONDERZOEKCENTRUM B-WARE

FONS SMOLDERS, ONDERZOEKCENTRUM B-WARE

JAN ROELOFS, RADBOUD UNIVERSITEIT NIJMEGEN

Vrijwel overal zijn ze al van een afstand herkenbaar, gebieden waar voormalige landbouwgrond omgevormd wordt tot natte natuur, al dan niet gecombineerd met een waterbergingsfunctie. Pitrus tiert meestal welig en algen bedekken het water. Het streefbeeld is echter een soorten- en structuurrijk wetland. De snelle en meestal ongewenste ontwikkeling heeft alles te maken met de fosfaatterfenis in de bodem; de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater speelt een meer bescheiden rol. Dit artikel gaat in op de oorzaken en mogelijke oplossingen van deze waterkwaliteitsproblemen.

Nitraat in de bodem spoelt na omvorming van landbouw naar natuur voor een groot deel uit naar het grond- en oppervlaktewater of vervluchtigt via denitrificatie. Fosfaat blijft echter zeer goed gebonden onder droge omstandigheden, waardoor vrijwel de hele gift uit het verleden als een tijdbom ligt opgehoopt in de bovenlaag (zie ook afbeelding 1)<sup>1)</sup>. De diepte van de fosfaatverzadiging hangt samen met de omvang van de fosfaatgift, het bodemtype en het grondgebruik (diepgeploegd of niet). In veenbodems wordt meestal meer fosfaat per volume gebonden dan in zandige, waardoor het fosfaatfront bij gelijke gift minder diep ligt. Het front kan echter dieper liggen dan de bouwvoor en is daarmee niet op het oog te bepalen. Onder droge omstandigheden is de fosfaatbeschikbaarheid in deze natuurontwikkelingsgebieden al sterk toegenomen, maar dit is nog niets vergeleken bij de situatie na vernatting (plas-dras of overstroming).

## Vernatting

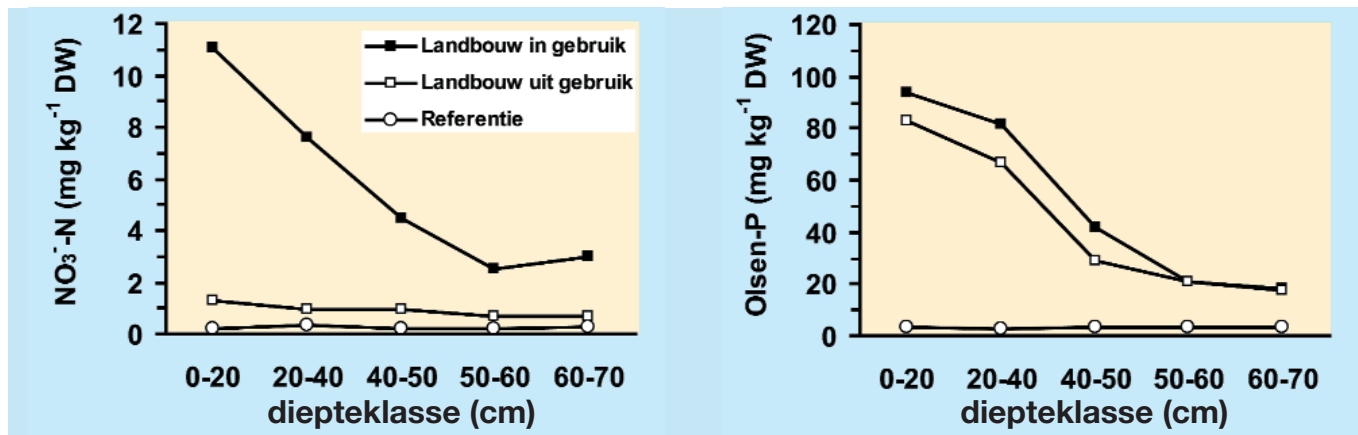
Fosfaat in de bodem is grofweg in vier fracties te verdelen: een labiele, direct beschikbare fractie (met name in het bodemvocht), een fractie die aan ijzer, ijzer(hydr)oxiden en aluminium (inclusief organische complexen) gebonden is, een fractie die aan calcium (carbonaat) gebonden is en een organische fractie. De mobiliteit van fosfaat wordt sterk bepaald door de zuurgraad en de redoxpotentiaal van de bodem. Bij een hoge pH (boven 7) of juist erg lage pH (lager dan 4) wordt fosfaat mobieler als gevolg van een afname van de bindingscapaciteit.

De redoxpotentiaal, vooral bepaald door de mate van zuurstofinfiltratie in de bodem, heeft een sterke invloed op de ijzergebonden fosfaatfractie<sup>2),3)</sup>. Bij lage nitraatconcentraties wordt bij vernatting ijzer gereduceerd van  $Fe^{3+}$  naar  $Fe^{2+}$ , waardoor de redoxpotentiaal daalt. Ijzerverbindingen hebben in gereduceerde toestand echter een beduidend lagere bindingscapaciteit, waardoor fosfaat bij vernatting gemobiliseerd wordt in het bodemvocht en naar de bovenstaande waterlaag<sup>4),5)</sup>. Als de ijzergebon-

den fosfaatfractie groot genoeg is, zal vernatting altijd leiden tot eutrofiëring, los van de waterkwaliteit. Dit leidt tot hypertrofe omstandigheden met dominantie van snelgroeiende soorten als pitrus of liesgras en algenbloei. Ook riet gedijt slecht onder deze omstandigheden en is ongeschikt voor telers. Hoewel de mineralisatie van fosfor bij de afbraak van organische stof geremd kan worden door vernatting, blijft het netto-resultaat toch sterke eutrofiëring. Omdat de fosfaatconcentratie na vernatting vele malen hoger is dan de concentratie in het aangevoerde water, kan hier met recht gesproken worden van interne eutrofiëring. Alleen in die bodems waarin maar een kleine hoeveelheid fosfaat aan ijzer gebonden is, zal weinig eutrofiëring optreden. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn in kalkrijke bodems, waarin een groot deel van de voedingsstof in de calciumgebonden fractie zit, ongevoelig voor redoxveranderingen. Los van fosfaاتمobilisatie door daling van de redoxpotentiaal kan vernatting met water dat rijker is aan bicarbonaat (harder water), in (licht) zure bodems ook leiden tot versnelde decompositie en mineralisatie en daarmee tot eutrofiëring<sup>6)</sup>. De mobilisatie van fosfaat kan, afhankelijk van het bodemtype, ook verder toenemen wanneer het oppervlakte- of grondwater sulfaatrijker is. Sulfaat wordt, vooral in veenbodems, gereduceerd tot het giftige sulfide, dat extra fosfaat kan mobiliseren<sup>4),6),7)</sup>. Dit is in de bodem te ruiken als rotte-eierenlucht. Belangrijk voor een voorspelling van fosfaاتمobilisatie bij vernatting is niet alleen de grootte van de ijzergebonden fractie, maar ook de bezetting van het beschikbare ijzer met fosfaat (bepaald via oxalaat-extractie<sup>8)</sup>). Bij een hoge fosfaatconcentratie en -bezetting is het zo

Snelle ontwikkeling van pitrus en algen na vernatting van landbouwgronden (foto E. Lucassen).





Afb. 1: Waarden voor geëxtraheerd nitraat en fosfor.

goed als zeker dat er problemen op zullen treden. Dit geldt voor vrijwel alle voormalige landbouwgebieden. Bodems die zeer rijk zijn aan ijzer, zoals veel Nederlandse uiterwaarden, kunnen grote hoeveelheden fosfaat binden. Wanneer ze ver 'opgeladen' zijn met fosfaat, terwijl er geen grote aanvoer van ijzer (meer) is, is het eutrofiërisingsrisico bij vernatting juist erg groot. Concentraties totaal-fosfaat zijn ongeschikt om problemen in te schatten, omdat een groot deel hiervan niet wordt gemobiliseerd. Een eenvoudigere manier die een ruwe schatting geeft, is de beschikbaarheid van fosfaat via bicarbonaatextractie (Olsen-methode). Een nadeel van deze methode is dat deze niet precies de vernattinggevoelige fractie aangeeft. De Olsen-waarden, internationaal veel gebruikt als maat voor plantbeschikbaar fosfaat, blijken voor de bodems van voormalige landbouwgebieden in Nederland meestal te liggen tussen 30 en 160 mg fosfor per kg droge bodem, terwijl de streefwaarde (voor oligo- tot

mesotrofe natuur) op slechts rond 8 mg fosfor per kg ligt (zie afbeelding 2).

### Maatregelen

Wanneer overwogen wordt om de fosfaatrijke toplaag af te voeren, is het zeer raadzaam om de fosfaatbeschikbaarheid te bepalen op verschillende dieptes (zie afbeelding 2). Te ondiep plaggen of afgraven leidt tot sterke eutrofiëring; te diep kost onnodig veel geld. Op locaties waar na inrichtingmaatregelen opnieuw zeer ijzerrijk grondwater opkwelt en de fosfaatbemesting relatief laag geweest is (helaas zeldzaam in Nederland), lijkt plaggen onnodig. Bij veruit de meeste vernattingssplannen zal de fosfaatrijke laag echter afgevoerd moeten worden wanneer minder voedselrijke natuurdoeltypen nagestreefd worden.

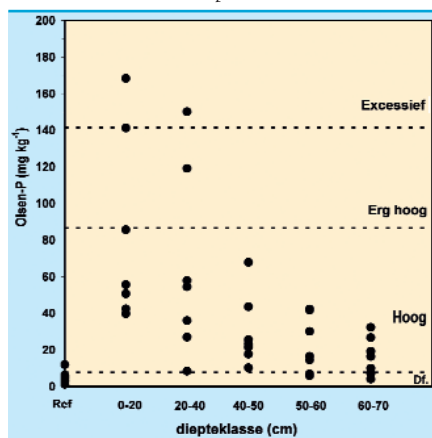
Afgraven is duur. Kan het fosfaat niet gewoon afgevoerd worden door begrazing of maaibeheer, eventueel met uitmijnen? Begrazingsbeheer levert nauwelijks of geen afvoer van nutriënten, doordat deze binnen het gebied blijven. Een rekensom laat zien dat maaibeheer inderdaad lijkt te lukken, maar dat hiervoor een tijdbestek van enkele tientallen tot honderden jaren uitgetrokken moet worden. Hierbij wordt de concentratie totaal-fosfor genomen, omdat in de loop van de tijd ook het overige fosfaat door mineralisatie vrij zal kunnen komen. Totaalwaarden liggen gemiddeld ongeveer tien maal hoger dan de Olsen-waarden, tussen 300 en 1600 mg fosfor per kg droge bodem. Via maaien en afvoeren kan bij verschalingsbeheer op langere termijn maximaal 25 kg fosfor per hectare per jaar afgevoerd worden. Voor de bovenste 40 cm (de relevante wortelzone voor natuurgebieden) van een zandige bodem komt dit ruwweg overeen met 2.5 mg fosfor per kg droge bodem per jaar. De beheerder zal het beheer daarom 100 tot 600 jaar moet volhouden om waarden te bereiken die karakteristiek zijn voor mesotrofe natte natuur: rond 80 mg totaal-fosfor per kg. Vaak ligt de fosfaatafvoer van graslanden slechts

rond 10 kg fosfor per hectare per jaar<sup>9)</sup>. Door uitmijnen, waarbij fosfaat aan de bodem onttrokken wordt door de vegetatie meerdere malen per groeiseizoen te maaien en af te voeren, kan de concentratie in de eerste jaren sneller dalen<sup>9),10)</sup>. Hiervoor is het echter noodzakelijk om bij te mesten met een hoge dosis stikstof, wat flinke risico's oplevert. Het is echter ook hierbij onwaarschijnlijk dat de referentiewaarde van 80 mg totaal-fosfor per kg bereikt wordt (Olsen-P 8 mg per kg). Doordat de beschikbaarheid van fosfaat en kalium afneemt, loopt de productie en daarmee ook de afvoer sterk terug na drie tot vijf jaar.

Kan het fosfaat na vernatting versneld uitgespoeld worden? De experimenteel bepaalde nalevering van fosfaat vanuit de bovenlaag van de bodem naar het bovenstaande water varieert voor landbouwgrond tussen de vijf en 40 kg fosfor per hectare per jaar. Aangenomen dat de waterafvoer hoog genoeg is, kan dit dus in dezelfde orde van grootte liggen als maaien en afvoeren, met dat verschil dat het hier vooral om de ijzergebonden fosfaatfractie gaat. Een flux van vijf tot 15 kg fosfor per hectare per jaar is voor ondiepe plassen echter al voldoende voor sterke algenbloei in de waterlaag<sup>11)</sup>. Bij afname van de fosfaatnalevering moet de flux echter veel verder dalen dan deze waarden om weer helder water te krijgen. In reeds vernatte bodems is naast de eerdergenoemde parameters ook de verhouding tussen opgelost ijzer en ortho-fosfaat in het (anaëroob verzamelde) bodemvocht zeer indicatief<sup>12),13)</sup>. Als deze boven 1-10 (mol/mol) ligt, vindt vrijwel geen mobilisatie naar de waterlaag plaats. Het eenmalig afvoeren van de verrijkte bodem zal echter veel sneller het gewenste effect hebben dan uitmijnen of uitspoelen, met de zekerheid dat de fosfaatbeschikbaarheid daadwerkelijk laag genoeg wordt om het 'pitruisefect' en algenbloei te voorkomen. Helemaal doorgerekend zal het afvoeren van de bovenlaag mogelijk even duur of zelfs goedkoper uitvallen. De inrichtingskosten worden hoger, maar de

Afb. 2: Olsen-fosfaatwaarden in een aantal natuurontwikkelingsprojecten voor verschillende diepteklassen.

Df. = fosfaatdeficiëntie aanmerkelijk, Ref. = referentiewaarden voor soortenrijke graslanden (0-40 cm). Op grond van dit type meting kan bij natuurontwikkeling beslist worden in hoeverre het nodig is om bodem af te voeren, en tot welke diepte.





beheerskosten beduidend lager.

Voortdurende nitraatgift zal bij vernatting de fosfaatmobilisatie remmen door verhoging van de redoxpotentiaal en toename van de zuurstofindringing, maar is ongewenst vanwege de sterk verhoogde stikstofbeschikbaarheid en -uitspoeling. Via bekalking is het mogelijk om een aanzienlijk deel van de ijzergebonden fosfaatfractie om te zetten in calciumgebonden. Dit fosfaat blijft echter nog steeds beschikbaar voor snelgroeende soorten als pitrus, waardoor in plas-dras-situaties geen verbetering optreedt met betrekking tot fosfaat, maar wel een verhoging van de pH optreedt. Dit laatste kan belangrijk zijn omdat de pH van verzuringsgevoelige bodems daalt bij natuurontwikkeling, doordat niet meer bekalkt wordt. Dit leidt tot afname van de bodemfauna, waardoor de percelen beduidend minder interessant worden voor weidevogels. In tegenstelling tot de plas-dras-situatie, zou immobilisatie van fosfaat door (licht) bekalken van de bodem wel soelaas kunnen bieden bij het creëren van een plas. Deze optie is echter nog in onderzoek, omdat hieraan risico's verbonden zijn en onvoldoende bekend is hoe duurzaam deze maatregel is. Op veenbodems kan bekalking bijvoorbeeld gemakkelijk leiden tot een versnelde veenafbraak en mineralisatie (net als bij een agrarische doelstelling). Voor minder fosfaatrijke bodems zou beijzering een bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van fosfaatmobilisatie, zoals van nature bij ijzerrijke kwel. Het toelaten of instellen van een waterpeilfluctuatie, waarbij een aanzienlijk deel van het gebied in de zomer droogvalt, kan daarbij helpen doordat een deel van het geoxideerde ijzer bij nieuwe vernatting beschikbaar blijft voor fosfaatbinding<sup>5),14)</sup>. Op

zeer fosfaatrijke bodems zal beijzering, door het continu vrijkomen van grote hoeveelheden fosfaat, waarschijnlijk niet duurzaam zijn. Toediening van aluminiumzouten, die niet redoxgevoelig zijn, zou overigens beter werken. Bij verzuringsgevoelige bodems bestaat dan echter risico met betrekking tot aluminiumvergiftiging.

### Conclusie

De beste oplossing om het fosfaatprobleem te voorkomen, is vooralsnog verwijdering van de fosfaatrijke laag. Onderzoek vooraf, om de diepte van het fosfaatfront te meten en de risico's met de vrijkomende laag in te schatten, voorkomt verrassingen. Hierbij kan ook bepaald worden of extra risico's bestaan, zoals toegenomen verzuringsgevoeligheid. Op grond van deze gegevens kunnen additionele maatregelen gekozen worden. Dit kan bijvoorbeeld ook betekenen dat de meest fosfaatrijke percelen buiten het vernattingsplan gehouden worden (compartimentering) en in droog schraalland omgezet worden, of dat gekozen wordt voor een alternatieve, geschiktere locatie. Dit geldt niet alleen voor natuurontwikkeling en waterberging, maar ook voor woon- en recreatieprojecten zoals de Blauwe Stad en de Blauwe Slinger. Om te voorkomen dat bloei van algen of zelfs cyanobacteriën er een Groene Stad en Groene Slinger van maken, is vooronderzoek van groot belang. Het zou niet de eerste keer zijn dat een nieuwe plas, bedacht en uitgevoerd door projectontwikkelaars, waterbeheerders met grote problemen opzadelt. Dit is een zeer onwenselijke ontwikkeling. We willen benadrukken dat het belangrijk is om keuzen te maken aan de hand van potenties en niet alleen vanuit historische of andere beweegredenen. Door meting vooraf kunnen

gefundeerde beheerskeuzen gemaakt worden en kunnen ontwikkelingen beter voorspeld worden. Als duidelijk is dat problemen zullen optreden door de fosfaatvoorraad, is het zonder extra maatregelen onmogelijk om soortenrijke moerassen, heldere plassen of soortenrijke natte graslanden te ontwikkelen. Het streefbeeld (al dan niet ingegeven door de Kaderrichtlijn Water) zal dan onvermijdelijk aangepast moeten worden om frustraties te voorkomen. ¶

### LITERATUUR

- 1) Lamers L., M. Klinge en J. Verhoeven (2001). OBN-Preadvies Laagveenwateren. Rapport Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.
- 2) Patrick W. en R. Khalid (1974). Phosphate release and sorption by soils and sediments - effect of aerobic and anaerobic conditions. *Science* nr. 186, pag. 53-55.
- 3) Ponnampuram F. (1984). Effects of flooding on sediments. In 'Flooding and Plant Growth' (ed. T. Kozłowski). Academic Press Inc., Orland, pag. 9-45.
- 4) Lamers L., A. Smolders en J. Roelofs (1999). Hoe gevoelig is natte natuur voor grondwaterverontreiniging? Op zoek naar sturende processen en factoren. *Landschap* nr. 3, pag. 179-189.
- 5) Lucassen E. en J. Roelofs (2005). Vernattingsmaatregelen voor verdroogde wetlands en wetlands op voormalige landbouwgronden. *Natuurhistorisch Maandblad* (in druk).
- 6) Roelofs J. (1991). Inlet of alkaline river water into peaty lowlands: effects on water quality and *Stratiotes aloides* L. stands. *Aquatic Botany* nr. 39, pag. 267-293.
- 7) Lucassen E., A. Smolders en J. Roelofs (2000). De effecten van verhoogde sulfaatgehalten op grondwatergevoede ecosystemen. *H<sub>2</sub>O* nr. 25/26, pag. 28-31.
- 8) Lamers L., R. Loeb, A. Antheunisse, M. Miletto, E. Lucassen, A. Boxman, A. Smolders en J. Roelofs (2005). Biogeochemical constraints on the ecological rehabilitation of wetlands in river floodplains. *Hydrobiologia* (in druk).
- 9) Sival F. en W. Chardon (2004). Natuurontwikkeling op fosfaatverzadigde gronden: fosfaatonttrekking door een gewas. Rapport 1090. Alterra.
- 10) Koopmans G., W. Chardon, O. Oenema en W. van Riemsdijk (2004). Uitmijnen biedt perspectief om uitspoeling van fosfaat uit zwaar bemeste landbouwgronden te verminderen. *H<sub>2</sub>O* nr. 12, pag. 15-18.
- 11) Janse J. (2005). Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- 12) Smolders A., L. Lamers, M. Moonen, K. Zwaga en J. Roelofs (2001). Controlling phosphate release from phosphate-enriched sediments by adding various iron compounds. *Biogeochemistry* nr. 54, pag. 219-228.
- 13) Geurts J., B. Bontes, H. Pijnappel, J. Schouwenaars, M. Klinge, H. van Kleef en L. Lamers (2004). Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Tussentijdse OBN-rapportage (eerste onderzoeksjaar). In opdracht van het Expertisecentrum LNV.
- 14) Smolders A., E. Lucassen en J. Roelofs (2003). Waterpeilregulatie in broekbossen: bron van aanhoudende zorg. *H<sub>2</sub>O* nr. 24, pag. 17-19.

